ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1923.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le Major **Mac Mahon**, qui assiste à la séance.

PLIS CACHETÉS.

M. **Paul Sonier** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 8 mai 1922 et inscrit sous le n° 8999.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une note intitulée :

Plaques minces rectangulaires à pourtour simplement *encastré et aperçus théoriques sur le calcul de planches sans nervure se rattachant au type américain* flat-shap.

(Renvoi à l'examen de M. Mesnager.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les fascicules I et II du Tome XXXI du *Recueil mathématique de la Société mathématique de Moscou*.

2° Le Tome II des *Publications de l'Observatoire astrophysique central de Russie*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles des fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur.* Note de M. **J. Kampé de Fériet**, transmise par M. Appell.

Une *fonction hypergéométrique* de deux variables *d'ordre* ω

$$F(x, y) = \Sigma a_{m,n} x^m y^n$$

étant définie (III) par les deux équations de récurrence

$$(1)\quad R(m, n) a_{m+1,n} - P(m, n) a_{m,n} = 0; \qquad S(m, n) a_{m,n+1} - Q(m, n) a_{m,n} = 0,$$

— dès que l'on connaît l'expression des polynomes P, Q, R, S (qui dépend uniquement des *indices caractéristiques* μ, ν, ρ, σ de la fonction), — on peut déduire de (1) un système de deux équations linéaires aux dérivées partielles $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$, d'ordre $\omega + 1$, vérifiées par les fonctions (I) et (III). Ce système admet *en général* $(\omega + 1)^2$ intégrales particulières indépendantes (V); ce fait résulte de ce que, en se donnant arbitrairement le tableau des $(\omega + 1)^2$ dérivées

$$(2)\qquad \| p_{j,k} \| \qquad (0 \leq j \leq \omega,\ 0 \leq k \leq \omega),$$

toutes les autres dérivées de la fonction sont déterminées d'une manière univoque par $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$ et les équations qu'on en tire par dérivation. Mais, pour certaines fonctions hypergéométriques, le nombre des intégrales indépendantes est inférieur à $(\omega + 1)^2$, lorsqu'on peut déduire de $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$, par dérivation et élimination, une ou plusieurs équations ne contenant que des dérivées du tableau (2); les dérivées liées par ces relations ne peuvent plus être choisies toutes arbitrairement.

Voici *une règle générale permettant de prévoir* a priori, *dès que l'on connaît les polynomes* P, Q, R, S (sans passer par les opérations de dérivation et d'élimination), *l'existence de relations entre les dérivées du tableau* (2) *et de former ces équations aux dérivées partielles supplémentaires* (conséquences nécessaires de $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$) *vérifiées par la fonction.*

Soient $H(m, n)$ et $K(m, n)$ deux polynomes arbitraires, *sans facteur commun;* l'équation aux différences finies

$$(3)\qquad A(m, n) a_{m+1,n} + B(m, n) a_{m,n+1} + C(m, n) a_{m,n} = 0;$$

$$A = H(m, n) R(m, n),$$

$$B = K(m, n) S(m, n), \qquad C = -[H(m, n) P(m, n) + K(m, n) Q(m, n)],$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. 172, (I), p. 1634; t. 173, (II), p. 285; (III), p. 401; (IV), p. 489; (V), p. 900. — Dans le texte les chiffres romains renvoient à ces Notes.

est une conséquence nécessaire des équations (1), par la méthode générale (II), on en déduit une équation aux dérivées partielles vérifiée par la fonction; mais cette équation est sans intérêt, car il est aisé de prouver que, quel que soit le degré de H et K, elle contient des dérivées ne figurant pas au tableau (2). Cependant si les polynomes A, B, C admettent un facteur commun G, en divisant (3) par G, on peut lui substituer l'équation simplifiée

$$(3') \qquad A'(m, n)a_{m+1,n}+B'(m, n)a_{m,n+1}+C'(m, n)a_{m,n}=0;$$

en mettant les polynomes A', B', C' sous la forme (II) :

$$A'(m-1, n)=\Sigma A'_{j,k}m(m-1)\ldots(m-j+1)n(n-1)\ldots(n-k+1),$$
$$B'(m, n-1)=\Sigma B'_{j,k}m(m-1)\ldots(m-j+1)n(n-1)\ldots(n-k+1),$$
$$C'(m, n) \quad =\Sigma C'_{j,k}m(m-1)\ldots(m-j+1)n(n-1)\ldots(n-k+1),$$

on obtient pour la fonction l'équation aux dérivées partielles

$$(4) \qquad \Sigma(A'_{j,k}y+B'_{j,k}x+C'_{j,k}xy)\,x^j y^k p_{jk}=0.$$

Si le facteur commun G est d'un degré assez élevé pour que A', B', C' ne possèdent plus que des termes en $m^j n^k$ tels que $0 \leqq j \leqq \omega$, $0 \leqq k \leqq \omega$, l'équation supplémentaire (4) ne contiendra plus que des dérivées du tableau (2). La question est donc ramenée à la recherche des facteurs communs G. On démontre d'abord que H et K, P et R, G et S étant respectivement sans facteur commun, G doit diviser simultanément R et S. Donc *une condition nécessaire pour qu'il existe au moins une équation supplémentaire, c'est que* R *et* S *admettent un facteur commun.* D'après leur expression (III) on voit que ce facteur ne peut être que

$$J=\prod_{i=1}^{i=\rho}(\gamma_i+m+n).$$

Le facteur commun 1 étant sans intérêt, on peut affirmer que *toute fonction dont l'indice caractéristique* ρ *est nul ne vérifie aucune équation supplémentaire entre les dérivées du tableau* (2). [Tel est le cas des fonctions F_2 et F_4 de M. Appell et des fonctions d'ordre 2 du type 2, 5 et 8 (III)].

Si $\rho \geqq 1$, on examinera si l'on peut déterminer H et K de façon qu'il existe un facteur G commun à J et à C, c'est-à-dire à J et à

$$H(m, n)\prod_{i=1}^{i=\nu}(\beta_i+m)+K(m, n)\prod_{i=1}^{i=\nu}(\beta'_i+n);$$

on vérifiera ensuite si G est d'un degré assez élevé pour que A', B', C' ne contiennent plus que des termes de la forme voulue. Par exemple, pour la fonction complète d'ordre 2,

$$F\left(\begin{array}{c|l|c} 1 & \alpha & \\ 2 & \beta_1, \beta'_1, \beta_2, \beta'_2 & x, y \\ 1 & \gamma & \\ 1 & \delta, \delta' & \end{array}\right),$$

en prenant

$$H = (\beta'_1 + n)(\beta'_2 + n), \qquad K = -(\beta_1 + m)(\beta_2 + m),$$

on est conduit à une équation simplifiée (3'), d'où se déduit immédiatement l'équation supplémentaire

$$\begin{aligned} xy(x-y)p_{2,2} &+ [\delta' x - (1 + \beta'_1 + \beta'_2)y]\,x p_{2,1} \\ &- [\delta y - (1 + \beta_1 + \beta_2)x]\,y p_{1,2} \\ &+ [\delta'(1 + \beta_1 + \beta_2)x - \delta(1 + \beta'_1 + \beta'_2)y]\,p_{1,1} \\ &- \beta'_1\beta'_2 x p_{2,0} + \beta_1\beta_2 y p_{0,2} - \delta\beta'_1\beta'_2 p_{1,0} + \delta'\beta_1\beta_2 p_{0,1} = 0. \end{aligned}$$

Sur les 22 fonctions d'ordre 2, il y en a 14 pour lesquelles on obtient ainsi une ou plusieurs équations supplémentaires; par exemple, la fonction de classe 3 : $\mu = 0$, $\nu = 1$, $\rho = 1$, $\sigma = 1$ vérifie trois équations supplémentaires; la fonction de classe 2 : $\mu = 0$, $\nu = 1$, $\rho = 2$, $\sigma = 0$, en vérifie quatre. Leur système n'admet donc respectivement que six et cinq intégrales indépendantes.

OPTIQUE. — *Quanta de lumière, diffraction et interférences.* Note de M. **Louis de Broglie**, transmise par M. Jean Perrin.

1. Dans une Note récente [1], nous avons montré qu'un observateur, pour décrire le mouvement d'un mobile de vitesse βc ($\beta < 1$), doit lui associer une onde sinusoïdale *non matérielle* se propageant dans la même direction avec une vitesse $\frac{c}{\beta} = \frac{c^2}{v}$; la fréquence de cette onde est égale à l'énergie totale, par rapport à l'observateur, du mobile considéré, divisée par la constante h de Planck. On peut du reste considérer la vitesse βc comme la « vitesse de groupe » d'ondes ayant des vitesses $\frac{c}{\beta}$ et des fréquences $\frac{m_0 c^2}{h\sqrt{1-\beta^2}}$,

(1) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 507. J'ai fait dans cette Note une restriction inutile : on retrouve les conditions de Bohr même dans le cas des vitesses variables très élevées.

correspondant à des valeurs de β voisines mais légèrement différentes. Laissant de côté la signification physique de cette onde (ce sera la tâche difficile d'un électromagnétisme élargi de l'expliquer), nous rappelons que le mobile a même phase interne que la portion de l'onde située au même point; nous l'appellerons donc « l'onde de phase ».

Les atomes de lumière dont nous admettons l'existence ne se propagent pas toujours en ligne droite, comme le prouvent les phénomènes de diffraction. Il semble donc *nécessaire* de modifier le principe de l'inertie. Nous proposons de mettre à la base de la dynamique du point matériel libre le postulat suivant : « En chaque point de sa trajectoire, un mobile libre suit d'un mouvement uniforme le *rayon* de son onde de phase, c'est-à-dire (dans un milieu isotrope) la normale aux surfaces d'égale phase ». En général, le mobile suivra donc la trajectoire rectiligne fixée par le principe de Fermat appliqué à l'onde de phase, qui se confond ici avec le principe de moindre action appliqué au mobile sous la forme maupertuisienne. Mais si le mobile doit traverser une ouverture dont les dimensions sont petites par rapport à la longueur d'onde de l'onde de phase, sa trajectoire se courbera en général comme le rayon de l'onde diffractée. La conservation de l'énergie est sauve, mais non celle de la quantité de mouvement, à moins qu'il ne se transmette une pression aux atomes matériels formant le bord de l'ouverture.

Le nouveau principe mis à la base de la dynamique expliquerait la diffraction des atomes de lumière, *si petit que soit leur nombre*. De plus un mobile quelconque pourrait dans certains cas se diffracter. Un flot d'électrons traversant une ouverture assez petite présenterait des phénomènes de diffraction. C'est de ce côté qu'il faudra peut-être chercher des confirmations expérimentales de nos idées.

Nous concevons donc l'onde de phase comme guidant les déplacements de l'énergie, et c'est ce qui peut permettre la synthèse des ondulations et des quanta. La théorie des ondes allait trop loin en niant la structure discontinue de l'énergie radiante et pas assez loin en renonçant à intervenir dans la dynamique. *La nouvelle dynamique du point matériel libre est à l'ancienne dynamique (y compris celle d'Einstein) ce que l'optique ondulatoire est à l'optique géométrique.* En y réfléchissant on verra que la synthèse proposée paraît le couronnement logique du développement comparé de la dynamique et de l'optique depuis le XVII[e] siècle.

II. Arrivons maintenant à l'explication des franges d'interférences. Nous admettrons qu'un atome matériel a une probabilité d'absorber ou d'émettre un atome de lumière déterminée par la résultante de l'un des vec-

teurs des ondes de phase se croisant sur lui; naturellement l'émission n'est possible que si l'atome est excité et l'absorption que si un atome de lumière se trouve à proximité. L'hypothèse précédente est au fond tout à fait analogue à celle qu'admet la théorie électromagnétique quand elle lie l'intensité de la lumière *décelable* (c'est-à-dire capable d'agir photoélectriquement sur l'œil, la plaque photographique ou le bolomètre) à l'intensité du vecteur électrique résultant.

Une cause quelconque ayant déclenché l'émission d'un quantum de lumière dans une source « ponctuelle », son onde de phase, en passant sur les atomes voisins, déclenchera d'autres émissions de quanta dont nous supposerons la vibration interne en phase avec l'onde elle-même. Tous les atomes lumineux émis auraient donc ainsi même onde de phase que le premier; nous dirons qu'ils sont couplés en onde (¹). L'onde de phase unique transporte donc avec elle une foule de petits morceaux d'énergie qui glissent d'ailleurs un peu à sa surface comme il résulte de notre dernière Note.

Étudions l'expérience des trous d'Young : quelques atomes de lumière traverseront les trous et se diffracteront en suivant le rayon de la portion d'onde de phase qui les entoure. Dans l'espace situé derrière la paroi, leur capacité d'agir photoélectriquement variera en chaque point suivant l'état d'interférence des ondes de phase qui ont traversé en se diffractant les deux trous. Il y aura donc des franges brillantes et obscures telles que les prévoient les théories ondulatoires et *cela si faible que soit l'intensité de la lumière incidente.*

Ce système d'explication, qui emprunte l'essentiel à la théorie des ondes en introduisant les quanta, doit se généraliser pour toutes les franges d'interférence et de diffraction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'une aldéhyde à odeur de verveine, le méthoéthyl-1-benzène-éthanal-4.* Note (²) de M. L. **Bert**, transmise par M. A. Haller.

L'aldéhyde cuménacétique (méthoéthyl-1-benzène-éthanal-4) n'a pas été préparée jusqu'ici.

(¹) Ce sont probablement de tels atomes couplés en onde qui interviennent dans la formule des fluctuations du rayonnement noir. Voir *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 811.

(²) Séance du 17 septembre 1923.

Nous l'avons obtenue sans difficulté en condensant le chlorure de cumylmagnésium ([1]) avec l'orthoformiate d'éthyle, suivant la technique de F. Bodroux ([2]) :

$$C^6H^4\Big\langle\begin{matrix}CH(CH^3)^2 & (1)\\ CH^2MgCl & (4)\end{matrix} + C^2H^5O - CH\Big\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\ OC^2H^5\end{matrix}$$

$$= C^6H^4\Big\langle\begin{matrix}CH(CH^3)^2 & (1)\\ CH^2 - CH(OC^2H^5)^2 & (4)\end{matrix} + Mg\Big\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\ Cl\end{matrix},$$

$$C^6H^4\Big\langle\begin{matrix}CH(CH^2)^2 & (1)\\ CH^2 - CH(OC^2H^5)^2 & (4)\end{matrix} + H^2O + SO^4H^2$$

$$= C^6H^4\Big\langle\begin{matrix}CH(CH^3)^2 & (1)\\ CH^2 - CHO & (4)\end{matrix} + 2C^2H^5OH + SO^4H^2.$$

L'aldéhyde cuménacétique, régénérée de sa combinaison bisulfitique, constitue un liquide jaune pâle doué d'une odeur pénétrante et tenace de verveine, un peu moins fine toutefois que celle de la plante.

L'aldéhyde cuménacétique est très peu soluble dans l'eau, mais elle se dissout facilement dans les liquides organiques. Elle est moins dense que l'eau et bout sans décomposition vers 243°.

Elle paraît plus résistante à l'action de l'oxygène de l'air que la plupart des aldéhydes de la série cyclique.

Elle réduit immédiatement à froid le nitrate d'argent ammoniacal et colore en violet foncé la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Par contre, elle est sans action sur la liqueur de Fehling et ne donne pas la réaction de Legal.

La semicarbazone se fait bien; elle cristallise dans l'alcool en paillettes blanches miroitantes, fondant à 181° sur le bloc Maquenne.

Préparée plus économiquement — ce à quoi nous travaillons — l'aldéhyde cuménacétique nous semble susceptible de trouver des applications comme parfum synthétique le jour, désormais prochain, où le cumène et le paracymène constitueront des produits industriels.

Nous étudions en ce moment les isomères de position et les homologues supérieurs de l'aldéhyde cuménacétique.

([1]) L. Bert, *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 195.
Nous avons trouvé depuis, dans le brome sec, un catalyseur de début de réaction aussi efficace et plus avantageux que le bromure d'éthyle.

([2]) F. Bodroux, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 31, 1904, p. 585.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des Crustacés décapodes du Bathonien.* Note [1] de M. **Victor Van Straelen**, transmise par M. Kilian.

L'existence de *Galatheidæ* fossiles est généralement considérée comme douteuse. Dans la plupart des grands traités, soit de zoologie, soit de paléontologie, celui d'Ortmann et celui de Zittel, pour ne citer que des morts, on nie encore le fait. Cependant on connaît actuellement un bon nombre de *Galatheidæ* fossiles dont les affinités sont indiscutables.

Rien que pour le genre *Galathea*, M. Remes, W. Mœricke et Fr. Blaschke ont décrit dix espèces dans le Portlandien de Stramberg; M. P. Pelseneer en a décrit une dans le Maestrichtien de Maestricht, M. K. O. Segerberg deux dans le Danien de Faxe, enfin G. Ristori a décrit une espèce dans l'Astien de la Sicile. Il y en a d'autres encore que je néglige volontairement, parce qu'elles prêtent à discussion.

M. K. O. Segerberg a reconnu le genre *Munida*, représenté par une espèce dans le Danien de Faxœ. Enfin, E. Loeronthey a créé le genre *Palaeomunida* pour une forme très voisine de *Munida*, trouvée dans le Bartonien de la Hongrie.

On voit donc que le groupe est fort ancien, il est largement représenté dans la faune portlandienne, pas autant cependant que le ferait supposer le nombre d'espèces, dont il y a encore plusieurs à mettre en synonymie. Il importe de souligner que plusieurs espèces portlandiennes sont déjà très voisines des formes actuelles. L'origine des *Galatheidæ* est donc à rechercher bien avant le Portlandien.

En 1854, H. von Meyer décrivit sous le nom de *Gastrosaccus Wetzleri*, un Crustacé décapode recueilli dans le Portlandien inférieur « Jura blanc epsilon » de Niederstotzingen (Bavière).

Le nom de *Gastrosaccus* a été employé depuis 1892 par A.-M. Normann, pour désigner un genre de *Mysidæ* établi sur *Mysis Sancta* P.-J. van Beneden.

C'est le même fossile que Fr.-A. Quenstedt a présenté, en 1858, sous le nom de *Prosopon aculeatum*, quoique fort différent des *Prosoponidæ*. Depuis lors, M. W.-J. Sollas et J. Carter ont successivement cité *Gastrosaccus Wetzleri* dans le Lusitanien (Coral rag) d'*Upware* (*Cambridgeshire*).

---

(1) Séance du 3 septembre 1923.

Je considère que le genre *Gastrosaccus* v. Meyer, par la disposition des sillons de son céphalothorax et par la forme de son rostre, représente un type primitif de *Galatheidæ*. Il rappelle, dans une certaine mesure, le genre actuel *Munidopsis* Whiteaves.

La collection de M. le Dr Moutier, de Caen, renferme un Crustacé appartenant au genre *Gastrosaccus* dont il représente une espèce nouvelle, que je décrirai prochainement sous le nom de *Gastrosaccus Moutieri*. Ce fossile a été recueilli par le Dr Moutier dans le Bathonien supérieur de Giberville (Calvados).

Cette découverte a donc pour effet de reculer, jusque dans le Bathonien, la date de l'apparition de cette tribu importante parmi les Anomoures, que sont les *Galatheidæ*.

En 1866, Henry Woodward décrivit sous le nom de *Palæinachus longipes*, un Crustacé décapode provenant du Bathonien supérieur (Forest Marble) de Malmesbury (Wiltshire). T.-A. Bell lui avait donné un nom manuscrit : *Protocarcinus*, ne préjugeant pas des affinités de cette forme, qui ne rappelle en rien, non seulement les *Inachus*, mais aucun des Oxyrhynches. Ce qui avait d'ailleurs déjà été remarqué par Zittel lorsque, en 1895, M. E.-L. Bouvier, dans son travail sur l'origine homarienne des Crabes, discuta longuement la position systématique de la forme décrite par H. Woodward, et en démontra les affinités homoliennes.

Mais en 1835, J.-A. Eudes-Deslongchamps avait décrit, sous le nom de *Homolus Auduini*, un Crustacé provenant du Bathonien supérieur (calcaires bradfordiens de Langrune), à Langrune (Calvados). Ce fossile intéressant, dont le paléontologiste normand avait si bien discerné les affinités, a passé inaperçu. Grâce à l'obligeance de M. A. Bigot, j'ai eu récemment l'occasion de réétudier le type de J.-A. Eudes-Deslongchamps qui appartient aux collections géologiques de la Faculté des Sciences de Caen. Au type sont venus s'ajouter deux exemplaires nouveaux appartenant aux collections de M. le Dr Moutier, de Caen. Ces deux exemplaires proviennent également du Bathonien supérieur, l'un de Moult (Calvados) et l'autre d'Anfreville (Calvados). Ils m'ont permis de voir que la forme décrite sous le nom de *Homolus Auduini* est identique à celle connue sous le nom de *Palæinachus* (*Protocarcinus*) *longipes*. Cette constatation vient renforcer les vues de M. E.-L. Bouvier sur le caractère dromiacé de ce Crustacé bathonien.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à la connaissance des phénomènes de symbiose chez les Orchidées.* Note (¹) de M. **J. Wolff**, présentée par M. Guignard.

On admet généralement avec Noël Bernard (²) que les endophytes commensaux habituels des Orchidées perdent avec le temps leurs propriétés d'adaptation à la symbiose. Au cours de quelques tentatives infructueuses pour élucider cette question, je me suis aperçu que les éléments indispensables pour l'étude d'un pareil sujet ont fait défaut jusqu'ici. Les expériences de Burgeff, en Allemagne, et de M. Lamy, en France, ne concordent pas avec celles de Bernard en ce qui concerne la conservation des qualités d'un mycélium. Disons tout de suite que l'on semble avoir méconnu jusqu'ici un facteur important dans l'étude de ces phénomènes, à savoir : l'âge et la qualité des semences soumises à l'action d'un *Rhizoctonia*. Il est possible que Noël Bernard, ses continuateurs et ses commentateurs (³) n'aient pas assez tenu compte de la diminution rapide du pouvoir germinatif des graines, qui se produit avec le temps et qu'ils aient attribué à l'endophyte une perte d'adaptation symbiotique imputable en réalité à la qualité et à l'âge des semences. Pour trancher la question, il aurait fallu, à notre avis, qu'ils eussent à leur disposition des semences possédant, au cours de leurs essais, un pouvoir germinatif constant. Or, jusqu'ici la chose a été pratiquement impossible, le pouvoir germinatif variant, pour ainsi dire, d'un à jour l'autre. Les graines en général, du moins pour beaucoup d'espèces, vieillissent très vite et le temps qui s'écoule entre le moment du repiquage du champignon et celui où l'on fait agir sur les semences le mycélium nouvellement formé est quelquefois suffisant, ainsi que je l'ai observé, pour faire perdre à la graine une partie de son pouvoir germinatif. Il résulte de là que si l'on ne tient pas compte du vieillissement de la graine, on est tenté d'attribuer à l'endophyte une diminution progressive de ses qualités, alors qu'en réalité ce phénomène est imputable à la graine. Un exemple de ce que j'avance ici nous est fourni par une expérience que j'ai faite avec un *Rhizoctonia* de Cattleya retiré de plantules provenant de la même culture.

Après avoir introduit aseptiquement 20 plantules débarrassées de micro-

(¹) Séance du 17 septembre 1923.

(²) Noël Bernard, *Évolution dans la symbiose* (*Ann. Soc. nat. Bot.*, 9ᵉ série, t. 9, 1909, p. 2, 14, 23).

(³) Costantin, *La vie des Orchidées*.

organismes étrangers, dans 20 tubes différents contenant le milieu gélosé stérile A de Burgeff, j'ai d'abord observé un développement régulier de mycélium dans 12 tubes. Au bout de 8 jours, le développement du champignon paraissait avoir atteint son terme. J'ai alors ajouté séparément dans 6 tubes des graines de diverses provenances et dans les 6 autres tubes des graines de même provenance, mais à des intervalles différents. Dans les 6 premiers tubes, j'ai observé des différences considérables au point de vue de la rapidité du verdissement des graines, certaines ne germant pas du tout. Dans les 6 derniers, j'ai constaté par le verdissement que la germination était d'autant plus lente à se produire que le vieillissement de la graine était plus avancé, et cela par des intervalles de 8-15-30 jours. Le retard était très sensible (plusieurs jours). Après 3 mois, je n'ai plus observé de germination [1]. D'autre part, j'ai vu qu'un micélium repiqué, âgé de 30 jours, agissait aussi bien que le mycélium non repiqué sur des graines du même âge.

Pour parer aux inconvénients résultant du vieillissement rapide des semences, on pourra mettre à profit les observations de M. Guillaumin [2] au sujet de la conservation dans le vide des facultés germinatives de certaines graines. Si la chose se vérifie pour les semences si fragiles d'Orchidées, on aura la possibilité d'opérer avec des graines d'un pouvoir germinatif toujours égal. L'étude comparative que l'on pourra faire alors sur un endophyte plus ou moins âgé, ou plus ou moins repiqué, permettra de serrer de plus près ce délicat problème.

D'autre part, il résulte de nombreux essais de M. Julien Potin, de M. Louvet, de M. Bultel [3] et aussi des miens, que l'adaptation d'un mycélium à la symbiose peut varier d'une façon considérable suivant sa provenance vis-à-vis d'une même graine. Nous savons aussi, comme le montrent les expériences citées plus haut, que le pouvoir germinatif des graines peut varier suivant leur origine et leur âge vis-à-vis du même mycélium.

Lorsque nous aurons à notre disposition des semences conservées dans le vide, d'un pouvoir germinatif plus stable, il nous sera plus facile d'étudier l'action exercée sur un mycélium donné, soit par le temps, soit par un repiquage plus ou moins répété.

---

(1) Le même mycélium âgé de 3 mois donnait d'excellents résultats avec de jeunes graines.

(2) Guillaumin, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1737.

(3) Voir Costantin et Magrou, *Annales des Sciences naturelles*, t. 4, n° 5, p. xix.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Géraniacées. Développement de l'embryon chez le* Geranium molle *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Léon Guignard.

D'après certaines formes, par exemple celles des figures 20 et 21 et celles que j'ai représentées en 13, 14, 15 au sujet de précédentes recherches ([1]), on pourrait croire que les règles du développement sont identiques chez le *Geranium molle* et chez l'*Erodium cicutarium*. L'étude détaillée des processus de segmentation démontre cependant que les lois de l'embryogenèse chez le *Geranium molle* se rattachent plutôt à celles qui ont été exposées au sujet du *Myosurus minimus* ([2]).

La cellule apicale du proembryon bicellulaire se divise par une paroi nettement verticale en deux cellules juxtaposées semblables (*fig.* 1 et 2); celles-ci se segmentent à leur tour par des parois méridiennes pour donner quatre cellules très régulièrement disposées autour de l'axe. Les quadrants ainsi formés ne se cloisonnent pas tous de la même manière : tout d'abord, deux d'entre eux, diamétralement opposés (par exemple, a et b' des figures 8 et 9, ou b, a' des figures 10 et 11) se segmentent transversalement pour engendrer deux cellules superposées l et l', tout à fait comparables à deux octants; peu après, les deux autres quadrants se divisent par des parois verticales parallèles aux parois méridiennes pour donner deux cellules juxtaposées, l'une voisine de l'axe, c, d'apparence quadrangulaire, l'autre périphérique, c', d'apparence triangulaire (*fig.* 12 et 13).

A partir de ce moment, les coupes longitudinales du proembryon peuvent présenter dans la région du sommet deux aspects différents : si elles passent par un plan méridien coupant par leur milieu les deux quadrants segmentés transversalement, elles offriront la disposition que l'on peut remarquer dans les figures 14, 15, 16, 22, c'est-à-dire une disposition analogue à celle qu'on rencontre chez le *Myosurus minimus;* si elles sont comprises dans un plan méridien formant avec le précédent un angle variable de 45° à 90°, l'un des deux éléments l apparaîtra au sommet, plus ou moins symétriquement placé sur l'axe du proembryon et rappelant ainsi la cellule épiphysaire qui a été rencontrée chez l'*Erodium cicutarium* (*fig.* 17, 19, 20, 21).

La cellule l se comporte exactement comme l'octant supérieur chez le *Myosurus*. Elle se divise par une paroi verticale (*fig.* 15, 16) en deux éléments α et β; le premier, après s'être cloisonné longitudinalement, se sépare tangentiellement en deux éléments superposés qui représentent les initiales de l'épiderme et de l'écorce du côté de la tige (*fig.* 22); le second se sépare par une paroi tangentielle en une cellule périphérique de dermatogène et en une cellule sous-épidermique qui représente la cellule mère du

---

([1]) R. Souèges, *Embryogénie des Géraniacées. Développement de l'embryon chez l'*Erodium cicutarium *L'Hérit.* (*Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1565).

([2]) R. Souèges, *Sur le développement de l'embryon chez le* Myosurus minimus *L.* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 686); *Recherches sur l'embryogénie des Renonculacées* (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. 58, 1911, p. 542).

cotylédon (*fig.* 22, à gauche). La cellule l' se comporte à son tour comme l'octant inférieur du *Myosurus*; elle se cloisonne d'abord par des parois verticales, normales l'une à l'autre; les cellules ainsi engendrées se segmentent transversalement pour donner deux, puis, au moment de la naissance des cotylédons, trois ou quatre assises qui contribuent à la construction de la partie hypocotylée. Les cellules c et c' se divisent longitudinalement, puis transversalement (*fig.* 17, 18) pour engendrer un

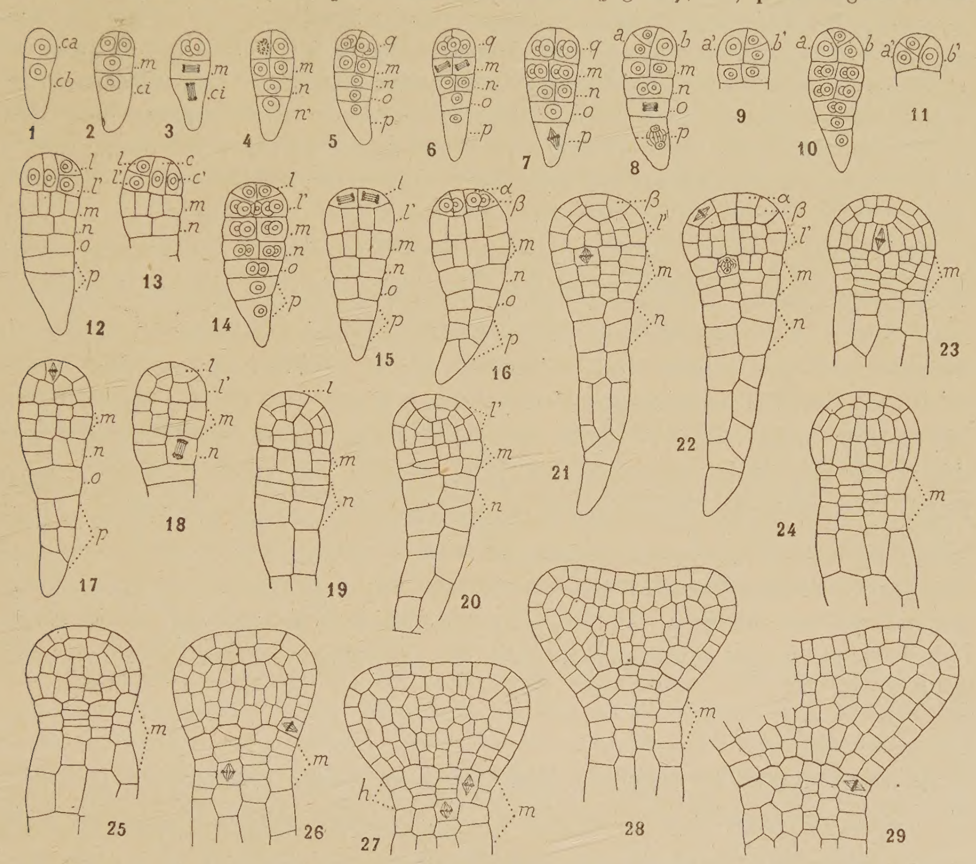


Fig. 1 à 29. — *Geranium molle* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire et, *ci*, cellule inférieure de la tétrade; *q*, quadrants; *n* et n', cellules-filles de *ci*; *o* et *p*, cellules-filles de n'; a, b, a', b', les quatre quadrants; l et l', cellules-filles superposées d'un quadrant; c et c', cellules-filles juxtaposées d'un quadrant; α et β, cellules-filles de l; *h*, hypophyse. Les figures 8 et 9 représentent les deux coupes voisines d'un même proembryon; il en est de même de 10 et 11, de 12 et 13, de 17 et 18. G. = 200.

groupe cellulaire, dont les éléments supérieurs entrent, pour une part qu'il n'est pas possible de déterminer, dans la construction de la partie cotylée, tandis que les éléments inférieurs contribuent, avec la cellule l', à l'édification de l'hypocotyle (*fig.* 19 à 26).

Le dermatogène s'individualise nettement quand la partie hypocotylée se compose de deux à trois assises cellulaires (*fig.* 23 à 25); le périblème et le plérome ne se distinguent avec certitude que lorsque les cotylédons ont atteint une certaine longueur.

Au moment de la différenciation du dermatogène apparaît l'étranglement latéral marquant la séparation de l'embryon proprement dit et du suspenseur; peu après une dépression apicale indique la formation prochaine des protubérances cotylédonaires.

La cellule basale du proembryon bicellulaire (*cb*, *fig.* 1) se divise en deux éléments superposés, *m* et *ci*. L'élément *m* par deux cloisons cruciales donne quatre cellules circumaxiales (*fig.* 3 à 10); celles-ci, après de nouvelles segmentations, d'abord longitudinales, puis transversales, engendre un massif cellulaire qui se montre composé généralement, en coupe verticale, de quatre assises de cellules disposées en quatre séries longitudinales (*fig.* 21, à droite); les deux assises supérieures, plus plasmatiques, représentent l'hypophyse; les deux assises inférieures, à contenu plus clair et plus vacuolaire, entrent dans la constitution du suspenseur. Aux dépens de *ci* (*fig.* 3 à 21), se développe la plus grande part de ce dernier organe qui, par sa forme et ses dimensions, rappelle celui de l'*Erodium cicutarium*.

En somme, l'embryon du *Geranium molle* se présente comme une forme de passage entre l'embryon du *Myosurus minimus* et celui du l'*Erodium cicutarium*. Il se rapproche néanmoins beaucoup plus de celui du *Myosurus*, puisque, dans les deux cas, la tétrade et le proembryon octocellulaire s'édifient de la même manière, les deux parties cotylée et hypocotylée tirent leur origine de la cellule apicale et l'hypophyse se développe aux dépens de la cellule intermédiaire de la tétrade. Mais une différence assez singulière sépare ces deux formes embryonnaires : chez le *Geranium*, deux quadrants seulement sur quatre se segmentent transversalement pour engendrer deux cellules qui viennent occuper le sommet du proembryon : ce phénomène marque une tendance manifeste à la différenciation d'une cellule épiphysaire semblable à celle que l'on observe chez l'*Erodium cicutarium*.

PHARMACOLOGIE. — *Essai de mesure de l'anesthésie produite sur les terminaisons nerveuses de la cornée par les anesthésiques locaux. Comparaison des pouvoirs anesthésiques de la cocaïne, de la novocaïne et de la stovaïne.* Note [1] de M. **Jean Régnier**, présentée par M. Roux.

Cherchant à définir une méthode simple pour la mesure des anesthésies produites par les anesthésiques locaux, j'ai étudié tout spécialement l'action de ces corps sur la cornée du lapin, action marquée par la suppression du réflexe cornéen. Je suis parvenu, pour les anesthésies faibles et pour les anesthésies incomplètes qui précèdent ou qui suivent les anesthésies fortes, à apprécier l'intensité de l'anesthésie. Pour les anesthésies fortes, j'ai dû renoncer à mesurer directement l'intensité, mais j'ai donné une définition

(1) Séance du 17 septembre 1923.

nette de l'anesthésie que j'admets comme complète, et j'ai pu ainsi par la mesure de la durée de cette « anesthésie complète » apprécier également les anesthésies fortes.

Description de la méthode. — Cette méthode repose sur les constatations suivantes qui dépendent sans doute des phénomènes d'addition latente des excitations. Un œil normal se ferme dès le premier attouchement léger de la cornée fait à l'aide d'un crin fin. Un œil anesthésié ne réagit pas à cette excitation unique; sa faculté de réponse aux excitations répétées dépend du degré de l'anesthésie. Si l'anesthésie est très forte l'œil ne réagira pas, même à un très grand nombre d'excitations. Si l'anesthésie est légère, ou si elle est imparfaite, précédant ou suivant une anesthésie forte, il sera possible en répétant plusieurs fois l'excitation de provoquer le réflexe, et il semble que dans ce cas le nombre des excitations nécessaires pour provoquer le réflexe soit sensiblement proportionnel au degré de l'anesthésie. J'ai repété les excitations en allant de 1 à 100; à 100 j'ai considéré l'anesthésie comme complète. J'ai appliqué ce principe à l'étude des anesthésies de leur période initiale à leur période terminale et j'ai pu ainsi procéder à la comparaison des anesthésiques locaux.

Les conditions très définies que j'ai suivies sont les suivantes : Après avoir vérifié si le réflexe est normal à la minute 0 et à la minute 4, je maintiens le lapin couché, son œil étant ouvert et la cornée regardant en haut. A la minute 4 $^1/_2$ un aide place une goutte de la solution tiédie à 40° sur la cornée; après une minute il place une nouvelle goutte; après une minute encore le lapin est remis au repos. A la minute 8 je cherche quel est le nombre d'excitations au crin qu'il faut produire pour obtenir la fermeture complète de l'œil. Je procède de la même façon aux minutes suivantes : 10, 12 $^1/_2$, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60. Conventionnellement, pour les anesthésies fortes résistant à plus de 100 excitations, je note le chiffre 100. Il m'est donc possible de traduire une anesthésie par une courbe portée sur un tableau où la ligne des abscisses indique les minutes de 0 à 60, et la ligne des ordonnées indique le nombre des excitations au crin de 1 à 100. De plus, en additionnant tous les nombres d'excitations, j'obtiens un chiffre qui exprime l'anesthésie. Les essais étant faits aux 13 temps cités plus haut, une anesthésie absolument nulle se traduit par le chiffre 13, une anesthésie absolument complète se traduit par le chiffre 1300. A partir du chiffre 20 j'estime qu'il y a anesthésie non douteuse.

Il existe plusieurs facteurs de variation : variations tenant à la façon dont l'expérience est conduite, variations tenant au lapin et à l'œil lui-même. Pour diminuer autant que possible ces influences nuisibles j'ai effectué, pour chaque solution à étudier, huit essais sur des séries de quatre lapins. Mes chiffres sont donc toujours des moyennes de huit expériences. J'ai constaté en outre que les yeux des lapins s'accoutumaient assez vite à la solution anesthésique. Ainsi, après un mois et demi d'essais, l'efficacité d'une solution de cocaïne à 1 pour 100 était diminuée d'un tiers. J'ai donc toujours effectué les expériences comparatives successivement et à intervalles très rapprochés.

Pour établir les rapports d'efficacité il m'était interdit de comparer les chiffres entre eux, puisque le chiffre conventionnel 100, compté lorsque l'anesthésie est complète, n'est qu'un minimum. J'ai donc, par des expériences successives, cherché le titre de la solution de l'anesthésique servant de comparaison qui me donnait le même

chiffre que la solution de l'anesthésique à étudier; de la comparaison des titres de ces deux solutions de même pouvoir anesthésique, j'ai déduit les puissances relatives des deux anesthésiques.

Pour vérifier cette méthode, un certain nombre de solutions de chlorhydrate de cocaïne dont j'ignorais le titre m'ont été soumises. J'en ai retrouvé les concentrations de façon suffisamment approchée : sept essais m'ont donné une erreur relative en moins allant de 10 à 20 pour 100. Un essai m'a donné une erreur relative en plus de 25 pour 100. Les solutions ainsi étudiées étaient à des titres variant de 4^g pour 100 à $0^g,25$ pour 100. Un essai effectué avec une solution plus diluée ($0^g,13$ pour 100) a été moins favorable : j'ai en effet trouvé $0^g,19$ pour 100, l'erreur relative a donc atteint 46 pour 100.

Étude comparative de l'action de la cocaïne, de la novocaïne et de la stovaïne sur la cornée. — a. Chlorhydrate de cocaïne : La période initiale de l'anesthésie est courte : 5 minutes suffisent presque toujours pour atteindre l'anesthésie maximum. La période terminale est de durée assez faible; pour les anesthésies les plus fortes, elle ne dépasse guère 10 à 15 minutes.

Voici, à titre d'exemple, les chiffres et les temps obtenus avec les solutions de cocaïne sur la première série de lapins (lapins ayant déjà servi à de multiples expériences) :

La solution à 1:5 a donné comme chiffre moyen 1041, soit une durée d'« anesthésie complète » de 40 à 45 minutes. Celle à 1:10, 641, soit 20 à 25 minutes; à 1:25, 439, soit 10 à 15 minutes; à 1:50, 393, soit 7 à 10 minutes; à 1:75, 303, soit 5 à 7 minutes; à 1:100, 209, soit 2 à 5 minutes; à 1:150, 102, soit 0 à 2 minutes; à 1:200, 58; à 1:300, 41; à 1:400, 25; à 1:500, 15.

Sur la seconde série de lapins (lapins plus jeunes et non accoutumés) les chiffres ont été plus élevés. Ces lapins se sont montrés de deux à trois fois plus sensibles.

b. Novocaïne et stovaïne. — L'anesthésie se produit dans les deux cas de la même façon qu'avec la cocaïne. La période initiale pour des concentrations de même efficacité n'est pas plus longue et la période terminale est sensiblement de même longueur.

Le pouvoir anesthésique de la novocaïne a été comparé à celui de la cocaïne par cinq essais successifs faits sur des solutions de novocaïne de plus en plus diluées, jusqu'à la dilution 1 pour 20 qui sur la première série de lapins m'a donné le seuil d'anesthésie. La novocaïne s'est montrée de dix à treize fois moins active que la cocaïne.

Le pouvoir anesthésique de la stovaïne a été comparé à celui de la cocaïne par quatre essais successifs faits sur des solutions de stovaïne de plus en plus diluées jusqu'à la dilution 1 pour 50 qui sur la première série de lapins m'a donné le seuil d'anesthésie. La stovaïne produit sur la cornée au début de l'anesthésie une action assez fortement irritante. En solutions très concentrées (1:10) elle est presque aussi active que la cocaïne, mais son pouvoir anesthésique s'abaisse en même temps que les concentrations diminuent, et en solutions assez diluées (1:25, 1:50) la stovaïne est environ sept fois moins active que la cocaïne.

La séance est levée à $15^h 5^m$.

E. P.